

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①1 DE 39 16416 A1

⑤1 Int. Cl. 5:  
H01Q 17/00  
E 04 B 2/00

②1 Aktenzeichen: P 39 16 416.0  
②2 Anmeldetag: 19. 5. 89  
④3 Offenlegungstag: 22. 11. 90

D3

DE 39 16416 A1

⑦1 Anmelder:

G + H Montage GmbH, 6700 Ludwigshafen, DE

⑦4 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
8000 München

⑦2 Erfinder:

Druffner, Adolf, Dipl.-Ing., 6737 Böhl-Iggelheim, DE;  
Körner, Christian, Dipl.-Ing., 6940 Weinheim, DE

⑤4 Radarstrahlen absorbierende Außenfassade

Die Erfindung betrifft eine Radarstrahlen absorbierende Außenfassade. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Außenfassade zu schaffen, an der keine störenden Wellenreflexionen auftreten. Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe sieht vor, daß die Außenfassade eine Innenschale und eine Außenschale aus einem Material mit geringer Permeabilität und geringer Dielektrizitätskonstante aufweist, wobei ein Resonanzabsorber mit einer Widerstandsschicht und im Abstand  $\lambda/4$  einer Wellenlänge  $\lambda$  zur Widerstandsschicht eine elektrisch leitende Reflexionsschicht vorgesehen ist. Eine weitere erfindungsgemäße Lösung sieht zwischen der Außenschale und der Innenschale eine Zwischenlage mit einem Schichtaufbau derart vor, daß eine Widerstandsschicht und eine Trägerschicht aus einem Dämmmaterial abwechselnd aufeinanderfolgend angeordnet sind.

DE 39 16416 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Radarstrahlen absorbierende Außenfassade.

Gebäufassaden mit einem Absorptionsvermögen für elektromagnetische Wellen, vor allem Radarwellen, sind hauptsächlich im Bereich von Flughäfen erforderlich, wo die für die Flugsicherung notwendige Radarortung von Flugzeugen durch Reflexion der Radarwellen an den umliegenden Gebäuden gestört werden kann. Dabei liegen die Frequenzen der Radarwellen vorrangig im L-Band zwischen 1,03, und 1,09 GHz, was einer Wellenlänge von etwa 27 bis 30 cm entspricht. Daneben können in bezug auf die Reflexion aber auch Radarwellen aus dem S-Band eine Rolle spielen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Radarstrahlen absorbierende Gebäudeaußenfassade zu schaffen, durch die die Reflexion von auf das Gebäude auftreffenden elektromagnetischen Wellen wesentlich herabgesetzt ist.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist durch eine Innenschale und eine im Abstand zu der Innenschale angeordnete Außenschale mit einer geringen Permeabilität und/oder einer niedrigen Dielektrizitätszahl sowie durch einen Resonanzabsorber mit einer ersten Schicht aus einem elektromagnetisch wirksamen Widerstandsmaterial sowie einer im Abstand von  $\lambda/4$  einer bevorzugt zu absorbierenden Wellenlänge  $\lambda$  angeordneten elektrisch leitenden zweiten Schicht gekennzeichnet.

Eine weitere, mit der ersten kombinierbaren Lösung dieser Aufgabe ist durch eine eine niedrige Permeabilität und/oder eine niedrige Dielektrizitätszahl aufweisende Außenschale, eine dem Gebäude zugewandte Innenschale, durch eine zusätzliche Radarstrahlen absorbierende Lage, die einen Schichtaufbau derart aufweist, daß eine ein Dämmmaterial aufweisende Schicht und eine ein elektromagnetisch wirksames Widerstandsmaterial aufweisende Schicht abwechselnd aufeinanderfolgend angeordnet sind, gekennzeichnet.

Durch die erstgenannte erfindungsgemäße Lösung wird eine wesentliche Dämpfung der Reflexion resonanzartig in einem verhältnismäßig schmalen Frequenzbereich erzielt, während durch die zweitgenannte erfindungsgemäße Lösung eine breitbandige Reflexionsdämpfung erreicht wird. Dadurch, daß für die Außenschale ein Material mit einer geringen Permeabilität und einer niedrigen Dielektrizitätszahl gewählt wird, wird verhindert, daß es an der Außenschale zu Reflexionen kommt, bevor die elektromagnetischen Wellen den absorptionswirksamen Teil der Außenfassade erreicht haben.

Vorzugsweise besteht die Außenschale deshalb aus Glas, Acrylglas, zementgebundenem Holzspanplattenmaterial, Keramik, mineralischem zementgebundenem Plattenmaterial, Kunststoff oder einem ähnlichen Material.

Die für die Absorption in einem schmalen Frequenzbereich vorgeschlagene erfindungsgemäße Lösung kann vorteilhaft ausgestaltet werden, indem die Widerstandsschicht des Resonanzabsorbers direkt auf die der Innenschale zugewandte Seite der Außenschale aufgebracht wird, so daß die Widerstandsschicht nicht als gesondertes Bauelement vorgesehen zu werden braucht. Darüber hinaus kann die elektrisch leitende zweite Schicht zur Innenschale beabstandet sein, wobei in dem Zwischenraum zwischen dieser eine Reflexionsfläche bildenden zweiten Schicht und der Innenschale

vorteilhaft eine Dämmschicht für die Wärme und Schalldämmung untergebracht werden kann.

Bei der zweiten, für eine breitbandige Reflexionsdämpfung vorgeschlagenen erfindungsgemäßen Lösung wird eine Wärme- und Schalldämmung durch die ein Dämmmaterial aufweisenden Schichten der aus verschiedenen Schichten aufgebauten Lage erreicht. Vorteilhafterweise übernimmt damit die die elektromagnetischen Wellen absorbierende Lage zusätzlich auch noch die Funktion einer Wärme- und Schalldämmung.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen und der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert und beschrieben werden. Es zeigt

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Fassadenkonstruktion, die für die Reflexionsdämpfung in einem begrenzten Frequenzbereich vorgesehen ist, und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Außenfassade, die zur breitbandigen Reflexionsdämpfung vorgesehen ist.

In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 1 eine dem Gebäude zugewandte Innenschale der Außenfassade bezeichnet. Die Innenschale besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Blechsegmenten, die jeweils unter Bildung von Horizontalträgern 6 bzw. 6a am oberen und unteren Rand abgewinkelt sind. Diese profilförmigen Segmente, die direkt mit der Unterkonstruktion verbunden sein können, sind zur Bildung einer Innenschale nebeneinander bzw., unter Bildung von Stößen zwischen den Horizontalträgern, übereinander angeordnet. Mit 8 und 9 sind nach unten gerichtete Abwinkelungen der Horizontalträger an dem der Außenschale zugewandten Ende bezeichnet. Mit 5 ist eine Dämmschicht bezeichnet, die vorzugsweise aus unbrennbarer Mineralwolle besteht und an ihrem unteren Rand durch den Horizontalträger 6 abgestützt ist. In Richtung auf die Innenschale ist vor der Dämmschicht eine elektrisch leitende Schicht 4 angeordnet, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Blech besteht und wie die Dämmschicht 5 durch den Horizontalträger 6 am unteren Rand abgestützt ist. Zweckmäßig ist die Blechwand 4 zur Gewährleistung der Formstabilität an ihrem oberen Rand mit dem Horizontalträger 6a verbunden. Außerdem kann zweckmäßig eine Verbindung zwischen dem unteren Rand der Blechwand und dem Horizontalträger 6a hergestellt sein, so daß ein formstabiler Einschluß der Dämmschicht 5 zwischen der Wandung 4 und der Innenschale 1 gewährleistet ist. Mit dem Bezugszeichen 7 sind als Unterkonstruktion für eine Außenschale 2 dienende Vertikalträger bezeichnet, die jeweils über die Abwinkelung 8 mit dem unteren Horizontalträger 6 verbunden sind. Zweckmäßig erfolgt die Verbindung derart, z. B. durch Verschrauben, daß jeweils auch eine Verbindung zwischen den Abwinkelungen zweier übereinander liegender Horizontalträger hergestellt ist. An den Vertikalträgern 7 ist die Außenschale 2 befestigt, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Wellprofil aufweist. Auf der der Innenschale zugewandten Seite des Wellprofils ist eine Widerstandsschicht 3 aufgetragen, z. B. durch Spachteln, Streichen oder Spritzen, die ein Widerstandsmaterial, wie z. B. Ruß oder Graphit, enthält.

Beim Einfall elektromagnetischer Radarwellen kommt es durch die Widerstandsschicht 3 und die zu der Widerstandsschicht 3 im Abstand angeordnete Reflexionsschicht 4 aus einem leitenden Material zu einer resonanzartigen Absorption von solchen elektromagnetischen Wellen, deren Wellenlängen den vierfachen

Wert des (mittleren) Abstandes zwischen der Widerstandsschicht 3 und der Reflexionsebene 4 aufweist. Es erfolgt also eine Absorption vorwiegend in einem schmalen Frequenzbereich. Indem die Außenschale 2 aus einem Material mit geringer Permeabilität und niedriger Dielektrizitätszahl besteht, wird verhindert, daß auf die Fassade auftreffende Wellen an der Außenschale reflektiert werden, bevor sie die absorptionswirksame Widerstandsschicht bzw. die Reflexionsschicht 4 erreichen. Als für die Außenschale geeignete Materialien können Glas, Acrylglas, zementgebundene Holzspanplatten, Keramik, mineralische zementgebundene Platten, Kunststoff und ähnliches verwendet werden. Vorzugsweise sind für die Außenschale Materialien vorzusehen, deren relative Permeabilität bzw. deren Dielektrizitätszahl Werte zwischen 1 und 1,5 aufweist.

Durch die Dämmschicht zwischen der Reflexionsschicht 4 und der Innenschale 1 wird zusätzlich zur Absorption der elektromagnetischen Strahlung eine Absorption von Schallwellen sowie eine Wärmedämmung erreicht.

Anstelle einer mit der Außenschale verbundenen Widerstandsschicht könnten im (mittleren) Abstand  $\lambda/4$  von der Reflexionsschicht 4 auch mehrere Einzelschichten vorgesehen sein, die eine unterschiedliche Permeabilität bzw. Dielektrizitätszahl derart aufweisen oder unterschiedlich derart beabstandet sind, daß der Eingangswellenwiderstand dem Feldwellenwiderstand angepaßt ist.

Die im vorliegenden Ausführungsbeispiel hinter dem Resonanzabsorber, d. h. hinter der Reflexionsschicht 4, angeordnete Dämmschicht könnte auch in dem Zwischenraum zwischen der Widerstandsschicht 3 und der Reflexionsschicht 4 angeordnet sein, was zu einer Verbreiterung des absorbierten Wellenlängenbereiches führen würde.

Die Reflexionsschicht 4 könnte auch durch die Unterkonstruktion für die Außenschale oder durch die Innenschale gebildet sein und braucht nicht, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, aus einer durchgehenden Wandung zu bestehen.

Das Ausführungsbeispiel in Fig. 2, in der gleiche oder ähnlich wirkende Teile die gleiche, nur mit einem Strich versehene Bezugszahl wie in Fig. 1 aufweisen, unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, daß zwischen der Innenschale 1' und der Außenschale 2' eine den Zwischenraum zwischen beiden Schalen im wesentlichen ausfüllende Zwischenlage vorgesehen ist, die einen Schichtaufbau aufweist. Mit 3' sind Widerstandsschichten bezeichnet, die jeweils zwischen Trägerschichten 5' aus einem Dämmmaterial angeordnet sind. Die Widerstandsschichten 3' können wie die Widerstandsschicht 3 des Ausführungsbeispiels von Fig. 1 Widerstandsmaterialien wie Graphit oder Ruß enthalten und mit einem Basismaterial mit z. B. Glasvlies, Papier oder Folie in Verbindung gebracht sein. Möglicherweise kann auch eine Dispersion von Widerstandsmaterial direkt auf die Trägerschichten 5' aufgebracht sein. Die Trägerschichten 5 bestehen vorzugsweise aus einem nichtbrennbaren Dämmmaterial, zweckmäßig wird Mineralwolle verwendet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Stoßflächen zwischen den Schichten 3' und 5' senkrecht zur Innenschale bzw. Außenschale angeordnet. Die Stoßflächen zwischen den Schichten könnten aber auch, z. B., parallel zu den Schalen angeordnet sein. Auch ist es nicht erforderlich, daß die Widerstandsschichten 3' zwischen den Trägerschichten als zusammenhängende und/oder durch-

gehende Schichten ausgebildet sind. Wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1, besteht die Außenschale aus einem Material mit einer geringen Permeabilität und/oder einer niedrigen Dielektrizitätszahl mit vorzugsweisen Werten zwischen 1,0 und 1,5. Die Innenschale besteht zweckmäßig aus einem elektrisch leitfähigen Material, wie etwa Metall, vorzugsweise aus einem Blech.

Auf die Außenfassade auftreffende elektromagnetische Wellen passieren die Außenschale weitgehend reflektionsfrei und werden innerhalb der Zwischenlage unter Erzeugung von Strömen in den Widerstandsschichten weitgehend absorbiert, wodurch die Reflexion der Fassade gering ist. In Bezug auf die Absorptionswirkung ist es von besonderem Vorteil, wenn das Widerstandsmaterial innerhalb der Zwischenlage durch entsprechende Gestaltung und Anordnung der Widerstandsschichten und/oder Verteilung des Widerstandsmaterials in den Widerstandsschichten, so verteilt ist, daß die auf ein Tiefenintervall bezogene Flächenmasse des Widerstandsmaterials in Richtung auf die Innenschale hin zunimmt.

Die einen Breitbandabsorber bildende, allgemein mit 10 bezeichnete Zwischenlage könnte entgegen dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 auch zu der elektrisch leitenden Innenschale 1' beabstandet sein, wodurch zusätzlich eine resonanzartige Absorption in schmalen Frequenzbereichen erzielbar ist. Je nach Wahl des Abstandes läßt sich eine Verschiebung der unteren Grenzfrequenz der absorbierenden Außenfassade erreichen. Die Verwendung einer leitfähigen Innenschale, die total reflektiert, ist in jedem Fall, auch wenn wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Zwischenlage zur Innenschale nicht beabstandet ist, zweckmäßig, da in diesem Fall definierte Reflexionsverhältnisse an der Innenschale vorliegen.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel bewirkt die zur Absorption der elektromagnetischen Wellen vorgesehene Zwischenlage vorteilhaft gleichzeitig eine Wärme- und Schalldämmung, so daß hierfür keine zusätzlichen, die Tiefe der Fassade vergrößernde Dämmschichten vorgesehen zu werden brauchen. Wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1, besteht die Innenschale vorteilhaft aus Segmenten, die als Profile ausgebildet und mit den Horizontalträgern verbunden sind. Dadurch wird eine einfache Konstruktion mit einer geringen Zahl verschiedener Bauteile erreicht.

Bei den in den Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsbeispielen für eine Außenfassade liegt der Pegel der reflektierten Welle mindestens 20 Dezibel unter dem der einfallenden Welle. Das entspricht einer Reflexionsdämpfung von 20 Dezibel und einem Reflexionsfaktor von 0,1. Zweckmäßig weist der Ohmsche Widerstand der Widerstandsschichten Werte um  $125 \Omega/\text{cm}^2$  auf.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele könnten kombiniert werden, indem eine als Breitbandabsorber wirkende Zwischenlage im Zwischenraum zwischen der Reflexionsschicht und der Widerstandsschicht des Resonanzabsorbers angeordnet würde.

#### Patentansprüche

1. Radarstrahlen absorbierende Außenfassade, gekennzeichnet durch eine Innenschale (1) und eine im Abstand zu der Innenschale angeordnete Außenschale (2) mit einer geringen Permeabilität und/

oder einer niedrigen Dielektrizitätszahl sowie durch einen Resonanzabsorber mit einer Schicht (3) aus einem elektromagnetisch wirksamen Widerstandsmaterial sowie einer im Abstand von  $\lambda/4$  einer bevorzugt zu absorbierenden Wellenlänge  $\lambda$  angeordneten elektrisch leitenden zweiten Schicht (4).

2. Radarstrahlen absorbierende Außenfassade insbesondere nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine geringe Permeabilität und/oder eine niedrige Dielektrizitätszahl aufweisende Außenschale (2'), eine Innenschale (1'), durch eine Radarstrahlen absorbierende Lage, die einen Schichtaufbau derart aufweist, daß eine Dämmschicht (5') und eine elektromagnetisch wirksame Widerstandsmaterial aufweisende Schicht (3') abwechselnd aufeinanderfolgend angeordnet sind.

3. Außenfassade nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenschale (2, 2') aus Glas, Acrylglas, zementgebundenem Holzspanplattenmaterial, Keramik, mineralischem zementgebundenem Plattenmaterial oder Kunststoff besteht.

4. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenschale (1, 1') eine Lage aus einem elektrisch leitfähigen Material aufweist.

5. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitfähige Lage der Innenschale (1, 1') die Bewehrung einer Stahlbetonwand umfaßt.

6. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ein Widerstandsmaterial aufweisende Schicht (3) des Resonanzabsorbers bzw. die ein Widerstandsmaterial aufweisenden Schichten (3') der Radarstrahlen absorbierenden Lage aus einem Basismaterial, das mit einer Dispersion aus einem Widerstandsmaterial in Verbindung gebracht ist, bestehen.

7. Außenfassade nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Basismaterial aus Glasvlies, Papier einer Folie oder einem sonstigen Material besteht.

8. Außenfassade nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsmaterial Graphit, Ruß oder ein sonstiges Widerstandsmaterial ist.

9. Außenfassade nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersion mit dem Basismaterial durch Tränken, Bestreichen, Aufspachteln, Aufspritzen oder auf sonstige Weise in Verbindung gebracht ist.

10. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsschicht (3) des Resonanzabsorbers an der Außenschale angebracht ist.

11. Außenfassade nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenschale (2) auf der der Innenschale (1) zugewandten Seite mit der Widerstandsschicht (3) beschichtet ist.

12. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsschicht (3) des Resonanzabsorbers mehrere im wesentlichen parallel zu der Außenschale hintereinander angeordnete Einzelschichten, die eine unterschiedliche Permeabilität und/oder eine unterschiedliche Dielektrizitätszahl derart aufweisen oder unterschiedlich derart beabstandet sind, daß der Eingangswellenwiderstand an den Feldwellen-

widerstand angepaßt ist, umfaßt.

13. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (4) des Resonanzabsorbers durch eine Wandung (4) aus Metallplatten gebildet ist.

14. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende zweite Schicht (4) des Resonanzabsorbers die Unterkonstruktion (7) für die Halterung der Außenschale umfaßt.

15. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (4) des Resonanzabsorbers Metallplatten aufweist.

16. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Außenschale und der Innenschale (1) eine Wärme- und/oder Lärmdämmschicht (5) angeordnet ist.

17. Außenfassade nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämmschicht (5) zwischen der Innenschale (1) und der zweiten Schicht (4) des Resonanzabsorbers angeordnet ist.

18. Außenfassade nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämmschicht (5) bzw. die eine Dämmschicht aufweisenden Schichten (5') aus einem unbrennbaren Material, vorzugsweise Mineralwolle, bestehen.

19. Außenfassade nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht (4) des Resonanzabsorbers durch die Innenschale (1) gebildet ist.

20. Außenfassade nach einem der Ansprüche 2 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoßflächen der unterschiedlichen Schichten (3', 5') der Radarstrahlen absorbierenden Lage im wesentlichen senkrecht zur Außenschale angeordnet sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



